

Анализ физических процессов в безэлектродной серной лампе с СВЧ-накачкой

Терещенко В. В.

Научный руководитель: Чурюмов Г. И. д.ф.-м.н., проф.
Харьковский национальный университет радиоэлектроники
61166, Харьков, пр. Ленина, 14, тел. (057) 702-14-84;
e-mail: tereshchenko.valerii@yandex.ru

На данном этапе большое внимание уделяется созданию и усовершенствованию высокоэффективных источников оптического излучения. К таким источникам света относится безэлектродная серная лампа с СВЧ-накачкой. Серная лампа отличается высоким показателем светоотдачи (порядка 100 лм/Вт), КПД, уровнем цветопередачи (70-85%), обусловленным квазисолнечным спектром излучения. Ввиду того что спектральные характеристики серы в полосе чувствительности глаза практически не отличаются от спектральных характеристик солнца, в сферу ее применения входят освещение производственных помещений, спортивных и развлекательных площадок, головное освещение автомобилей, а также использование в качестве высокоэффективного прецизионного имитатора солнечного излучения.

Серная лампа представляет собой кварцевую колбу, с наполнением из буферного газа и серы. Режим работы лампы напрямую зависит от анализа теплового распределения внутри колбы в процессе работы, так как температура плазмы внутри лампы может достигать порядка $\sim 1000^\circ\text{C}$. Разогрев внутренней поверхности кварцевой колбы осуществляется конвективным и кондуктивным способами. Конвективный теплообмен обусловлен ударами ионов серы и буферного газа о стенки колбы. Энергия этих ударов пропорциональна температуре плазмы. Кондуктивный теплообмен обусловлен непосредственным контактом осажденной серы и стекла. Отвод тепла от стенок колбы осуществляется конвекционными потоками воздуха с внешней стороны стеклянной колбы.

Для вывода безэлектродной серной лампы в режим работы необходимо перевести серу из твердого состояния в газообразное. Сублимация серы начинается при температуре более 440°C , но для этого необходимо получить тлеющий разряд. В тоже время в результате нагрева порошок серы переходит в газообразное. В образовавшейся газовой смеси СВЧ излучение переводит атомы серы в возбужденное состояние.

Полиморфизм молекулярной серы вызван разнообразием путей молекулярных цепочек и циклов расположения в кристалле. При температуре серы ($T=99,5^\circ\text{C}$) разрываются слабые молекулярные связи и освобождаются циклические молекулы S_8 . Полимеризация дает цепочки более чем в 200 тыс. атомов в виде длинных образований при температуре примерно 180°C . Цепочки постепенно укорачиваются до 1000 атомов при температуре 400°C (≈ 100 атомов при 600°C). Когда температура превышает 445°C , давление насыщенного пара над жидкой серой становится порядка 10^5 Па. При этом все молекулы S_n (где

$2 \leq n \leq 10$), включая молекулы, сформированные нечетным числом атомов, могут быть найдены в парах.

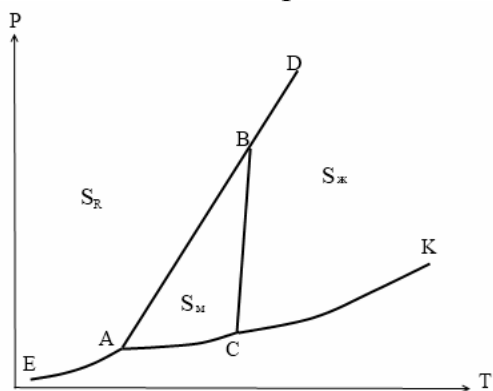


Рис. 1 – Фазовая диаграмма серы

$S_R \rightarrow S_M$ от внешнего давления, тогда когда BC и BD описывает зависимость температуры плавления S_R и S_M серы от внешнего давления. Ромбическая сера стабильна в области ограниченной осью ординат и AB, BD и EA линиями.

Моноклиная сера стабильна в области BC, AC и AB. Жидкая сера находится выше линии CK и справа от BC и BD. Пары серы существуют ниже области диаграммы EA, AC и CK.

Список источников:

1. Щукин А.Ю. СВЧ-разряд в аргон-серной смеси в высокоэффективном источнике света с малой мощностью питания: Диссертация на соискание ученой степени кандидата наук // Наука. – 2009. – 21 с.
2. Мачехин Ю.П. Безэлектродная серная лампа с СВЧ-накачкой / Мачехин Ю. П. Чурюмов Г. И., Одаренко Е. Н., Фролова Т. И., Старчевский Ю. Л., Экезли А. И. // Светотехника. - 2008. - №3. - С. 9-14.